

*Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Азадський університет  
Каракалпакський державний університет  
Київський національний університет технологій та дизайну  
Луцький національний технічний університет  
Національна металургійна академія України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Одеський національний політехнічний університет  
Сумський національний аграрний університет  
Східно-Казахстанський державний технічний  
університет ім. Д. Серікбаєва  
ТОВ «НВО «ПРОМІТ»  
Українська асоціація якості  
Українська інженерно-педагогічна академія  
Університет Барода  
Університет ім. Й. Гуттенберга  
Університет «Politechnika Świętokrzyska»  
Харківський національний університет  
міського господарства ім. О. М. Бекетова  
Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО**

**Матеріали I Міжнародної науково-практичної  
конференції**

**(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)**

**Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.**

**Суми  
Сумський державний університет  
2016**

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДНОГО ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ

*Белошицкий Н. В., к.т.н., доцент, Белошицкая Н. И., к.т.н.,  
СНУ им. В. Даля, г. Северодонецк*

Стремительное развитие технологических процессов переработки отходов медного вторичного сырья позволяет повысить экономичность и эффективность производства и способствует уменьшению расхода природных ресурсов, а также решить проблемы экологического загрязнения окружающей среды. Отходы электротехнической промышленности, а также отходы металлообрабатывающей промышленности являются основными источниками вторичного сырья, которые переплавляют плавлением на черновую медь [1]. Известен способ получения порошка меди из лома проводников тока, основанный на водородном охрупчивании и последующем диспергировании в молотковой мельнице [2, 3]. Также существует способ получения медного порошка основанного на полном окислении проводников тока и стружки последующем диспергировании оксида меди и восстановлении свободно насыпанного порошка  $\text{CuO}$  в керамические тигли [4]. Недостатком этого способа является малая производительность и неравномерность восстановления вследствие малого проникновения водородосодержащей среды по высоте засыпанного слоя  $\text{CuO}$ .

Целью работы является исследование технологических свойств медного порошка полученного из отходов промышленности с применением восстановления в псевдоожиженном слое.

В данной работе в качестве исходного сырья использованы медная стружка толщиной 0,5...2,0 мм и проводники тока, подлежащие утилизации, диаметром 0,05...1,5 мм.

Стружку не подвергали дополнительной очистке от масляных загрязнений и смазочно-охлаждающей жидкости. Проводники тока сортировали, удаляли участки с наличием припоя.

Стружку и проводники тока различного сечения отжигали на воздухе в камерной электропечи с естественной циркуляцией и принудительным циклическим дутьем воздуха с помощью мембранного компрессора. Производили контроль степени окисления.

Диспергирование оксида меди выполняли в лабораторной ножевой мельнице центробежного типа. При этом контролировали максимальный размер частиц порошка.

Восстановление порошка оксида меди осуществляли в среде генераторного газа [5]. На этой стадии технологического процесса контролировали степень восстановления.

Анализ процесса окисления проводников тока и стружки показал, что окисление отходов при естественном доступе воздуха при температуре 900...920°C и выдержке в течении 30 мин степень окисления достигает 95...100%. Применение циклического дутья продолжительностью 5...8 с и периодичностью – 10 мин позволило достигнуть той же степени окисления за 15 мин. Полученный оксид меди порциями диспергировали в ножевой мельнице в течение 1,5 мин и просеивали через сито с ячейкой 0,16 мм для получения порошка фракцией не более чем порошка ПМС-1 ГОСТ 4960-75. Просеянный порошок с максимальной фракцией менее 0,16 мм подвергали восстановлению.

Восстановление порошка оксида меди осуществляли в муфельной печи ПМ8 при температуре 400...420°C, выдержка составила 20 мин, оснащенной герметичным вращающимся барабаном из жаростойкой стали X18H9T.

Исследование процесса восстановления показало, что порошок восстановился полностью, спекания частиц не наблюдается. Частицы порошка имеют в основном осколочную форму с ярко выраженной оранжевой окраской. Результаты определения химического и гранулометрического составов, насыпной плотности представлены в табл. 1.

Таблица 1– Химический и гранулометрический составы порошков

Марка порошка	Содержание меди, %	Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Содержание частиц, % размером, мм				
			<0,16	<0,14	<0,1	<0,063	<0,045
Из отходов	99,5-99,7	2,4-2,6		5,5	40,7	36,4	17,4
ПМС-1 ГОСТ 4960-75	99,5	1,25-1,9	1	5-15	35-45	25-35	10-25

Химический и гранулометрический состав практически соответствуют порошку ГОСТ 4960-75.

Повышенная пикнометрическая и насыпная плотность, а также осколочная форма частиц способствует улучшению технологических свойств порошка.

Уплотняемость порошка определяли по ГОСТ 25280-90 и сравнивали с электролитическим ГОСТ 4960-75.

Анализ данных показывает, что химический и гранулометрический составы, физические свойства порошка, полученного по предлагаемой технологии, практически соответствуют ГОСТ 4960-75. Уплотняемость исследуемого порошка гораздо выше, чем ПМС-1 это объясняется тем, что осколочные частицы упаковываются гораздо легче, чем дендритные вследствие менее развитой поверхности, как при низких, так и при высоких давлениях.

*Вывод.* Разработана технология получения медного порошка из отходов. Определены пооперационные этапы и параметры технологического процесса. Медный порошок, полученный по разработанной технологии, имеет характеристики химического и гранулометрического состава, физических свойств и уплотняемости на уровне значений электролитического порошка ПМС-1 ГОСТ 4960-75. Представленную технологию можно рекомендовать для применения в промышленных масштабах с целью получения порошка меди из отходов.

### Список литературы

1. Купрякова Ю. П. Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии: Лом и отходы (образование и использование): Справочник / Ю.П. Купрякова. – М.: Экономика, 1984. – 152 с.
2. Пат. 64966 А Україна, МПК 7 B22F9/02. Спосіб одержання порошку міді / Раєв С.С., Рябічева Л.О., Циркін А.Т., Никитін Ю.М. № 2003042832 Заявлено 01.04.03; Опубл. 15.03.04, Бюл.№3. 3 с.
3. Рябичева Л. А. Порошок меди из лома проводников тока / Л. А. Рябичева, Ю. Н. Никитин, А. Т. Цыркин // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. Наук. пр. В 2-х ч. Ч 2. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля. – 2003. – С. 45-49.
4. Рябичева Л. А. Получение медного порошка из отходов электротехнической и металлообрабатывающей промышленности / Л. А. Рябичева, Н.В. Белошицкий, А.П. Складар // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. Наук. пр. №1 (13). – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля. – 2012. – С. 197-203.
5. Цыркин А.Т. Малогабаритная установка для получения синтез газа / А.Т. Цыркин, Ю.Н. Никитин, Н.В. Белошицкий, А.В. Коваливский // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. Наук. пр. В 2-х ч. Ч 2- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля. – 2004. – С. 115-123.